ಲೋಲಕದ ಸಮಯ

ಇಂಗ್ಲೀಷ್ ಮೂಲ : ಕವಿತಾ ಕೃಷ್ಣ

ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ : ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ

ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಲೋಲಕಗಳಿಗೆ ಪ್ರಮುಖ ಸ್ಥಾನವಿದೆ. ಅವುಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಪರಿಶೋಧನೆಗೆ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಸಾಧನಗಳಾಗಬಲ್ಲವು, ಏಕೆಂದರೆ ಅವು ಹಲವಾರು ಮೂಲಭೂತ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ತಯಾರಿಸಲು ಮತ್ತು ಕುಶಲತೆಯಿಂದ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ಯಾವ ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ?

ಆಟದ ಮೈದಾನದಲ್ಲಿನ ಉಯ್ಯಾಲೆ ಅಥವಾ ಮರವೊಂದಕ್ಕೆ ತೂಗು ಹಾಕಿರುವ ಟೈರ್ ಪರಿಚಿತವಾದ ಲೋಲಕದ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಮತ್ತು ಹೈಸ್ಕೂಲ್ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಆವೃತ್ತಿ ಚಲನೆ, ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆ, ವೇಗ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, ಗುರುತ್ವ, ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳು ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮಗಳಂತಹ ಹಲವಾರು ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ವಿಷದೀಕರಿಸಲು ಲೋಲಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು (**ಚೌಕ 1** ನೋಡಿ).

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಎನ್. ಸಿ.ಇ. ಆರ್. ಟಿ. ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯದಲ್ಲಿ ಲೋಲಕಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪಠ್ಯ:

1. **6 ನೆಯ ತರಗತಿ: ಚಲನೆ ಮತ್ತು ದೂರಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು**
2. **7ನೆಯ ತರಗತಿ: ಚಲನೆ ಮತ್ತು ಕಾಲ**
3. **8ನೆಯ ತರಗತಿ: ಬಲ ಹಾಗೂ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳು, ಗುರುತ್ವ, ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ**

ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಲಕ ಒಂದು ಆದರ್ಶೀಕರಿಸಿದ ಲೋಲಕ – ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ರಾಶಿಯನ್ನು (ಲೋಲಕದ ಗುಂಡು) ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಆಧಾರಕ್ಕೆ ರಾಶಿರಹಿತ ದಾರದಿಂದ ತೂಗು ಹಾಕಲಾಗಿದೆ ಹಾಗೂ ಅದು ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ ತೂಗಲು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಘರ್ಷಣೆ ಅಥವಾ ವಾಯು ರೋಧವಾಗಲೀ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಲೋಲಕದ ಗುಂಡನ್ನು ಅದರ ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಸರಿಸಿ (ಚಿಕ್ಕ ಕೋನವುಂಟಾಗುವಂತೆ) ಬಿಟ್ಟಾಗ, ಅದು ಅತ್ತ ಇತ್ತ ನಿಯಮಿತವಾಗಿ, ಪುನರಾವರ್ತನೆಯ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗುತ್ತದೆ – ಇದು ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆಯ ಉದಾಹರಣೆ.

ಸಮತೋಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಗುಂಡು ಅತ್ತಿತ್ತ ಚಲಿಸುವಾಗ ಅದರ ವೇಗ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅತಿ ಕೆಳಗಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಅದು ತನ್ನ ಉತ್ತುಂಗ

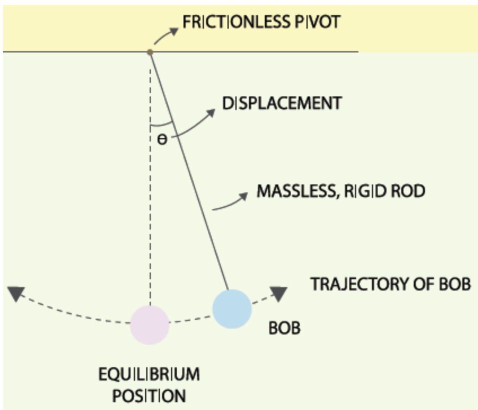
ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅದರ ವೇಗ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ, ಗುಂಡು ಮೇಲೆಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಅದರ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ ತಗ್ಗುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಸ್ಥಿತಿ ಶಕ್ತಿಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ ನಿಯತಾಂಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ (**ಚೌಕ 2** ನೋಡಿ).

ಬಾಕ್ಸ್-2. ಲೋಲಕಗಳ ಭೌತ ತತ್ವಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇಲ್ಲಿ ನೀವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ಪಡೆಯಬಹುದು:

1. Henderson, T. The Physics Classroom Tutorial. Retrieved December 26, 2019, from https://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-0/Pendulum-Motion
2. University of Colorado Boulder. (2019) Pendulum lab. Retrieved December 26, 2019, from http://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html

ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಲೋಲಕಗಳು

ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿನ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಲೋಲಕಗಳು ಆದರ್ಶಪ್ರಾಯವಾದ ಸಾಧನಗಳು – ಅವು ಸರಳ, ಅಗ್ಗ, ಹಾಗೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು. ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಆರಂಭದ ಚರ್ಚೆಗಳು ಲೋಲಕಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಿರುವ ಪೂರ್ವಭಾವಿ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಹಾಗೂ ಅವರ ನಂಬಿಕೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಪರಿಶೋಧನೆಯನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತವೆ (**ಚೌಕ 3** ನೋಡಿ). ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಭಾರವಾದ ಗುಂಡು ಹಗುರವಾದ ಗುಂಡಿಗಿಂತ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಗುಂಡಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಲೋಲಕ ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆವೃತ್ತಿ ಪೂರೈಸಲು ಹೆಚ್ಚು ಸಮಯ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿರಬಹುದು. ಈ ಲೇಖನದ ಜೊತೆಗಿರುವ **ಚಟುವಟಿಕೆ ಪುಟಗಳು** (**I-VI)** ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸಲು ಹಾಗೂ ಲೋಲಕದ ಆವರ್ತ ಕಾಲದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 1. ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಲಕದ ಚಿತ್ರ

ಚಿತ್ರ ವಿವರಣೆ:

frictionless pivot: ಘರ್ಷಣಾರಹಿತ ತೂಗುಬಿಂದು

Displacement: ಸ್ಥಾನಾಂತರ

massless rigid rod:ರಾಶಿರಹಿತ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ದಂಡ

Trajectory of bob: ಲೋಲಕದ ಗುಂಡಿನ ಪಥ

Bob:ಲೋಲಕದ ಗುಂಡು

Equilibrium:ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಾನ

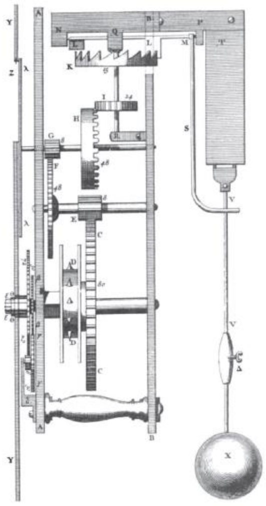
ತರಗತಿಗಳಿಂದಾಚೆ ಲೋಲಕಗಳು

ಲೋಲಕಗಳು ಬಹಳ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಇವೆ – ಉಯ್ಯಾಲೆಯ ಮೇಲಿನ ಮಗು ಅಥವಾ ಒಳಮಾಳಿಗೆಯಿಂದ ತೂಗು ಬಿಟ್ಟ ದೀಪ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಆದರೆ ನಾವು ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡುವ ಆದರ್ಶ ಲೋಲಕಗಳು ಇತ್ತೀಚಿನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ.

ಅತಿ ಪುರಾತನವಾದ ಲೋಲಕದ ಉಪಯೋಗವೆಂದರೆ 1 ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಚೀನಾದ ಹ್ಯಾನ್ ಎಂಬ ರಾಜವಂಶಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಝಾಂಗ್ ಹೆಂಗ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಭೂಕಂಪ ಮಾಪನ ಸಾಧನವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಿದ್ದು[1]. ಲೋಲಕದ ಚಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದು 1602ರಲ್ಲಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋ, –ಅವನು ಚರ್ಚ್ ಒಂದರಲ್ಲಿ ದೀಪಗಳ ಗೊಂಚಲಿನ ಆವರ್ತನ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ. ಅವನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಲೋಲಕವನ್ನು ಸಮಯ ಸೂಚಕ ಸಾಧನವಾಗಿ ಬಳಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿದವು. ಮುಕ್ತ ಸಮುದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣಿಸುವಾಗ ನಿಖರವಾದ ಸಮಯ ಮಾಪನ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿತ್ತು. ಇದು ಯೂರೋಪಿನಿಂದಾಚೆ ತಮ್ಮ ವ್ಯಾಪಾರ ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಯೂರೋಪಿಯನ್ ವಸಾಹತುದಾರರಿಗೆ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗೆ 18 ಹಾಗೂ 19ನೆಯ ಶತಮಾನಗಳು ಲೋಲಕದ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರವಾದ ಸಮಯ ಮಾಪನದತ್ತ ಗಮನ ಹರಿಸಿದವು [2] .ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರವಾದ ನಕ್ಷಾ ತಯಾರಿಕೆ, ಜೊತೆಗೆ ಯೂರೋಪಿನ ವಾಣಿಜ್ಯ, ವಸಾಹತು ಹಾಗೂ ಶೋಷಣೆಗಳು ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಬಹು ಪ್ರಮುಖವಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದವು.

17ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಇತರ ಪ್ರಮುಖ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾದ ಹೈಗನ್ಸ್, ನ್ಯೂಟನ್, ಮತ್ತು ಹುಕ್ ಕೂಡ ಲೋಲಕದ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ್ದರು (ಚಿತ್ರ 2 ನೋಡಿ). ಅದು ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ (g) ಮೌಲ್ಯ ನಿರ್ಧಾರ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದೆ. ಜೊತೆಗೆ, ಅಕ್ಷಾಂಶದೊಂದಿಗೆ ಅದರ ಬದಲಾವಣೆ, ಅದರಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಆಕಾರ ನಿರ್ಧಾರ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದೆ.

ಲೋಲಕಗಳು ವಿವಿಧ ಬಗೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ, ಮತ್ತು ಆಧುನಿಕ ಜಗತ್ತನ್ನು ರೂಪಿಸುವಲ್ಲಿ ವಹಿಸಿದ ಪಾತ್ರ ರೋಚಕವಾಗಿದೆ. ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಸುತ್ತ ಅಂತರ – ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳ ನಡುವಿನ ಯೋಜನೆಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸ ಹೊಂದಿದವು ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಆರ್ಥಿಕ, ಸಾಮಾಜಿಕ ಮತ್ತು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಸಂಗತಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಕೀರ್ಣ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿವೆ ಎಂದು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ (ಬಾಕ್ಸ್.4 ನೋಡಿ).



ಚಿತ್ರ 2. ಲೋಲಕ ಗಡಿಯಾರಗಳ ಅನ್ವೇಷಕ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಹೈಗನ್ಸ್ 1673ರಲ್ಲಿ ಈ ಗಡಿಯಾರವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದನು. ಈ ಚಿತ್ರವು ಅವನ 'Horologium Osclillatorium' ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಿಂದ ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 3: ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳು

ದಿನನಿತ್ಯದ ಅನುಭವ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ನೋಟದ ಅವಲೋಕನಗಳಿಂದ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ತರಗತಿಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶ ನೀಡಿ, ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಶೋಧಿಸಲು ಮತ್ತು ತಮ್ಮದೇ ತನಿಖೆಗಳ ಮೂಲಕ ಸುಧಾರಿಸಲು ಅನುವಾಗಬಹುದು. ಇಂತಹ ತನಿಖೆಗಳಿಂದ ಬಹುಮುಖವಾದ ಅನುಕೂಲಗಳಿವೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುವ ಮತ್ತು ಪುರಾವೆಗಳು ಹಾಗೂ ತರ್ಕಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ತಮ್ಮ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುವ ಅನುಭವ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಅವರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ಕೌಶಲಗಳಾದ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಅವಲೋಕನ, ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಮಾಪನ ಮಾಡುವುದು, ಪ್ರಾಮಾಣಿಕವಾದ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು– ಇವೆಲ್ಲವೂ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಕಲಿಯಲು ಅವಶ್ಯಕವಾದ ಅಂಶಗಳು. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದೊಂದಿಗೆ ಅನುಬಂಧ ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಶೋಧನೆ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಲು ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ಕೌಶಲಗಳು ಅನುವು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಮಾನಸಿಕ ಕೌಶಲಗಳಾದ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ನೀಡುವುದು (predicting) ಅಥವಾ ಮೌಲ್ಯಮಾಪಿಸುವುದು ಮತ್ತು ದೈಹಿಕ ಕೌಶಲಗಳಾದ ಉಪಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಬಳಸುವುದು ಕೂಡ ಸೇರುತ್ತವೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳು ಮತ್ತು ನಂತರದ ಚರ್ಚೆಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಯೋಸೂಕ್ತ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ 'ಲೋಲಕದೊಂದಿಗೆ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು' ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ಕೌಶಲಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಬಹುದಾದ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಹೀಗಿವೆ:

ಪರಿಶೋಧನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದು: ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಯಾಂಶಗಳನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಡುವುದು ಮತ್ತು ಯಾವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಮಾಪನ ಮಾಡಬೇಕು ಹಾಗೂ ಹಂತಗಳ ಕ್ರಮ ನಿರ್ಧಾರ, ಇವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಕುಶಲತೆಯಿಂದ ಬಳಸುವುದು: ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಮತ್ತು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಬಳಸುವುದು, ಹಾಗೂ ಮೊದಲೇ ನಿರ್ಧರಿಸಿದಂತೆ ಅವುಗಳ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಜೋಡಿಸುವುದು.

ಮಾಪನ ಮಾಡುವುದು ಮತ್ತು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುವುದು: ವ್ಯತ್ಯಯಾಂಶಗಳಾದ ಕಾಲ ಮತ್ತು ಉದ್ದವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಮಾಪಿಸುವುದು, – ಮಾಪನದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಬಹುದಾದ ತಪ್ಪುಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುವ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸುವುದು, ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಹಾಕುವುದು, ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುವುದು.

ವಿನ್ಯಾಸಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು: ವ್ಯತ್ಯಯಾಂಶಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು, ಪುರಾವೆಯಲ್ಲಿರುವುದರೊಂದಿಗೆ ತರ್ಕಿಸಿದ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ನೋಡುವುದು.

****

ಬಾಕ್ಸ್ 4. ಕೆಲವು ಅಂತರ-ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಲೋಲಕಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಯೋಜನಾ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು:

- **ಗೆಲಿಲಿಯೋನ ಲೋಲಕಗಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಸಂಶೋಧಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸುವುದು.**
- **ಸಮಯ ಸೂಚಕ ಯಂತ್ರಗಳ ಇತಿಹಾಸದ ಸಂಶೋಧನೆ.**

- **ಯೂರೋಪಿಯನ್ ವಿಸ್ತರಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ – ನೌಕಾಯಾನ, ರೇಖಾಂಶ ಸಮಸ್ಯೆ, ಮತ್ತು ಸಮಯಪಾಲನೆ.**
- **ಲೋಲಕಗಳನ್ನು ಇಂದು ಎಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ?**
- **ಫೋಕಾಲ್ಟನ ಲೋಲಕ ಎಂದರೇನು?**
- **ಗಡಿಯಾರ ಚಾಲನಾ ತಂತ್ರವನ್ನು (clock escapement) ರಚಿಸುವುದು.**

ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ

ಚಟುವಟಿಕೆ ಪುಟ 1: ಸರಳ ಲೋಲಕವನ್ನು ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ?

ಗುರಿ: ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನೀನು ಸರಳ ಲೋಲಕವನ್ನು ಮಾಡಿ, ಅದರ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಲಿದ್ದೀಯ.

ನಿನಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವುದು:

ಚಿತ್ರ	**ಚಿತ್ರ**	**ಚಿತ್ರ**
ದಾರ	**ಒಂದು ತೂಕದ ಬಟ್ಟು**	
(ಸುಮಾರು 1 ಮೀಟರ್)	**(ತಿರುಪು ಆಥವಾ ನಟ್ಟು)**	**ಭಾರವಾದ ಪುಸ್ತಕ**

ಏನು ಮಾಡಬೇಕು?

1. ದಾರದ ಒಂದು ತುದಿಗೆ ತೂಕದ ಬಟ್ಟನ್ನು ಕಟ್ಟು.
2. ತೂಕದ ಬಟ್ಟು ಸಲೀಸಾಗಿ ತೂಗಾಡುವಂತೆ ಅದನ್ನು ತೂಗು ಹಾಕು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಟೇಬಲ್ ಮೇಲಿನ ಭಾರವಾದ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಒಂದು ಕೊಕ್ಕೆಗೆ ದಾರದ ತುದಿ ಕಟ್ಟಬಹುದು. ಆದರೆ ತೂಕದ ಬಟ್ಟು ಯಾವುದೇ ಅಡೆತಡೆಯಿಲ್ಲದೆ ಸಲೀಸಾಗಿ ತೂಗುತ್ತದೆಂದು ಖಾತರಿ ಪಡಿಸಿಕೊ.
3. ತೂಕದ ಬಟ್ಟನ್ನು ಒಂದು ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಎಳೆದು ಬಿಟ್ಟು, ಅದು ತೂಗಾಡುವಂತೆ ಮಾಡು. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವಾಗ ದಾರ ಬಿಗಿಯಾಗಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊ ಹಾಗೂ ತೂಕದ ಬಟ್ಟನ್ನು ಬಿಡುವಾಗ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಡ.
4. ತೂಕದ ಬಟ್ಟಿನ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸು. ಅದು ಹೇಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ?

ಚರ್ಚಿಸು:

- ಆವರ್ತನ ಚಲನೆಯಿರುವ ಇತರ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸಬಲ್ಲೆಯಾ?
- ಉಯ್ಯಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತೂಗಾಡಿದ್ದು ನಿನಗೆ ನೆನಪಿದೆಯೇ? ಅದು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಲೋಲಕವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ? ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅದು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿದೆ?
- ಒಂದು ಆಂದೋಲನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಯ್ಯಾಲೆ ಹೇಗೆ ತೂಗುತ್ತದೆ – ಅದು ಪೂರಾ ಆಂದೋಲನದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಜವವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆಯೇ? ಅದು ಎಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ವೇಗ ಹೊಂದಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ? ಅದು ಯಾವ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಾದರೂ ನಿಲ್ಲುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆಯೇ?